

02369.000110



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Shoichi YAMAZAKI, et al.

Application No.: 09/915,455

Filed: July 27, 2001

For: IMAGE DISPLAY APPARATUS AND
HEAD MOUNTED DISPLAY UNIT

)
: Examiner: S. Seyrafi
)
: Group Art Unit: 2872
)
: Confirmation No.: 7010
)
: June 18, 2002
:

The Commissioner for Patents
BOX ISSUE FEE
Washington, D.C. 20231

TECHNOLOGY CENTER 2800

JUN 19 2002

RECEIVED

#4
CA
8-13-02

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Sir:

In support of Applicants' claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed are certified copies of the following Japanese applications:

JP 2000-294771 filed September 27, 2000; JP 2000-294770 filed September 27, 2000;
and JP 2001-041799 filed February 19, 2001.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our Washington office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

Attorney for Applicants
Brian L. Klock
Registration No. 36,570

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200
BLKJcmv

09/015, 455
Shoichi YAMAZAKI
7/27/01



日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 9月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-294770

出 願 人

Applicant (s):

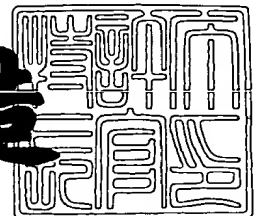
株式会社エム・アール・システム研究所

RECEIVED
JUN 19 2002
TECHNOLOGY CENTER 2800

2001年 3月23日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3023102

【書類名】 特許願

【整理番号】 MR12207

【提出日】 平成12年 9月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 27/00

【発明の名称】 画像表示装置及びそれを用いたヘッドマウントディスプレイ

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市西区花咲町 6 丁目 1 4 5 番地 株式会社
エム・アール・システム研究所内

【氏名】 山崎 章市

【特許出願人】

【識別番号】 397024225

【氏名又は名称】 株式会社エム・アール・システム研究所

【代表者】 遠藤 一郎

【代理人】

【識別番号】 100086818

【弁理士】

【氏名又は名称】 高梨 幸雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009623

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703877

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像表示装置及びそれを用いたヘッドマウントディスプレイ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 反射型の表示手段と、該表示手段を照明する照明光源手段と、該照明光源手段からの光を該表示手段に導く照明光学系と、該表示手段からの光を観察者の眼球に導く表示光学系を有した画像表示装置において、該照明光学系と該表示光学系で共有する透過兼反射の両作用を有する光学面 A が、1 面のみ存在し、該照明光源手段から発せられ該表示手段の画像中心と眼球中心を通る基準光線は、該照明光源手段より該光学面 A に入射し、該光学面 A での入射基準光線と反射基準光線のなす角度 α (度) が下記の条件で反射され、該表示手段にはほぼ垂直入射反射、該光学面 A を透過、複数の偏心曲率反射面で反射後眼球に導かれ、かつ該表示光学系は、該光学面 A を含む光学部材と、光学的屈折力を有した別の光学部材が、空気間隔をあけて配置されていることを特徴とする画像表示装置。

$$20 < \alpha < 80 \quad \dots (1)$$

【請求項 2】 第 1 項において、該照明光学系中の該光学面 A は、ローカル母線断面（該基準光線の入射光と射出光を含む面）上で正の屈折力を有した曲率反射面であることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 3】 第 1 項において、該照明光源手段は RGB 時分割光源であり、該表示手段は RGB 時分割光源の RGB 色光の発光に合わせて RGB の画像を時分割表示することを特徴とする画像表示装置。

【請求項 4】 第 1 項において、該照明光源手段から発せられた該基準光線の該反射型表示手段への入射角度 β (度) は

$$-10 < \beta < 10 \quad \dots (2)$$

であることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 5】 第 2 項において、該表示光学系のローカル母線断面焦点距離を $local_fy$ 、該照明光学系中の該光学面 A のみのローカル母線断面焦点距離を $local_fyA$ とした時、

$$0.1 < local_fyA / local_fy < 0.6 \quad \dots (3)$$

を満たすことを特徴とする画像表示装置。

【請求項6】 第2, 3又は5項において、該表示光学系はアジムス角度により屈折力が異なる面を2面以上含み、表示光学系全体として正の屈折力を有することを特徴とする画像表示装置。

【請求項7】 第6項において、該表示手段のローカル母線断面（該基準光線の入射光と射出光を含む面）上での最周辺画像のうち、眼球より遠いほう側の最周辺画像と眼球中心とを通る光線をF3眼球中心光線とし、該F3眼球中心光線上での該表示光学系の全系ローカル母線断面焦点距離を $local_fy(F3)$ 、眼球にもっとも近い屈折力を有した透過面Bにおいて、該F3眼球中心光線がヒットするポイント上でのローカル母線断面焦点距離を $local_fyB(F3)$ とした時

$$-0.6 < local_fy(F3) / local_fyB(F3) < -0.1 \cdots (4)$$

であることを特徴とする画像表示装置。

【請求項8】 請求項1から7のいずれか1項の画像表示装置を有したことを特徴とするヘッドマウントディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は画像表示装置に関し、例えば観察用の画像情報を表示する表示素子として反射型の液晶表示素子を用い、そこに表示された画像情報を適切に設定した光学素子を介して拡大して観察するようにしたヘッドマウントディスプレイ（HMD）やメガネ型ディスプレイ等に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、液晶等の画像表示素子に表示した画像情報を拡大した虚像として観察するようにした頭部装着型の画像観察装置（画像表示装置）、所謂ヘッドマウントディスプレイ（HMD）が種々と提案されている。

【0003】

このうち反射型の表示素子を用いたHMDが、例えば、特開平07-128614号公報、特開平11-125791号公報、特開平11-337863号公報、特開2000-10041号公報等で提案されている。

【0004】

これらで提案されているHMDは照明光源から発せられた光が反射型の液晶で反射され、眼球に導かれて液晶で表示された画像の拡大像を観察するものである。このとき光束は照明光源、照明光学系、反射型の液晶、表示光学系、眼球の順序で進む。特開平11-125791号公報で提案されているHMDで開示されている実施例では照明光学系がなく、照明光源からの光がダイレクトに反射型の液晶を照明している。この場合は照明光学系と表示光学系の共有面は存在しない。しかし他の公知例では、照明光学系と表示光学系の間で共有面を持っている。共有面があれば、照明光学系と表示光学系で光路がオーバーラップするところが当然存在し、この共有面が多ければ多いほど光学系は複雑になる。一方、HMDのコンパクトな表示光学系を本発明者は特開平7-333551号公報で提案している。又本発明者は自由曲面プリズムと反射型の表示素子を組み合わせたHMDを特開平11-125791号公報、特開平11-337863号公報、特開2000-10041号公報で提案している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

従来よりHMD等の画像観察装置では、装置を観察者の頭部に装着するために装置全体の小型化、及び軽量化を図ることが重要な課題となっている。又、表示手段に表示した画像情報を良好に観察できることが重要な課題となっている。

【0006】

画像表示装置として反射型の液晶表示素子を用いた場合で装置全体の小型化を図るには、それを照明するための照明装置を装置内に適切に組み込む必要がある。

【0007】

例えば照明光源からの光が反射型の液晶を照明する際、多くの反射面や透過面を介したり、光路長の長いプリズム体の中を通過したりすると、反射型の液晶に

到達する前にどうしても照明光源からの光量がロスされてしまう。また透過型の液晶、反射型の液晶に限らず、一般的な液晶（TN液晶など）の特性として、液晶面とほぼ垂直に射出する光は、十分なコントラストを持っており画質は良いが、射出光が垂直から離れ傾いてくると、コントラストは低くなり画質が悪くなる。従って照明光源からの光は、液晶からの射出光ができるだけ垂直にできるように工夫することが望ましい。また当然のことながら、コンパクトな照明光学系と表示光学系が望まれている。

【0008】

本発明は、液晶ディスプレイ等の表示手段に表示した画像情報を観察する際、光源手段から表示手段に至る照明光学系及び表示手段からの光束を観察者の眼球に導光するための表示光学系の構成を適切に設定することによって、装置全体の小型化を図りつつ光量のロスを減らし、該画像情報を良好なる画質で観察することができる画像観察装置及びそれを用いたヘッドマウントディスプレイの提供を目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明の画像表示装置は反射型の表示手段と、該表示手段を照明する照明光源手段と、該照明光源手段からの光を該表示手段に導く照明光学系と、該表示手段からの光を観察者の眼球に導く表示光学系を有した画像表示装置において、該照明光学系と該表示光学系で共有する透過兼反射の両作用を有する光学面Aが、1面のみ存在し、該照明光源手段から発せられ該表示手段の画像中心と眼球中心を通る基準光線は、該照明光源手段より該光学面Aに入射し、該光学面Aでの入射基準光線と反射基準光線のなす角度 α （度）が下記の条件で反射され、該表示手段にほぼ垂直入射反射、該光学面Aを透過、複数の偏心曲率反射面で反射後眼球に導かれ、かつ該表示光学系は、該光学面Aを含む光学部材と、光学的屈折力を有した別の光学部材が、空気間隔をあけて配置されていることを特徴としている。

【0010】

$$20 < \alpha < 80 \quad \dots (1)$$

請求項 2 の発明は請求項 1 の発明において第 1 項において、該照明光学系中の該光学面 A は、ローカル母線断面（該基準光線の入射光と射出光を含む面）上で正の屈折力を有した曲率反射面であることを特徴としている。

【 0 0 1 1 】

請求項 3 の発明は請求項 1 の発明において第 1 項において、該照明光源手段は RGB 時分割光源であり、該表示手段は RGB 時分割光源の RGB 色光の発光に合わせて RGB の画像を時分割表示することを特徴としている。

【 0 0 1 2 】

請求項 4 の発明は請求項 1 の発明において第 1 項において、該照明光源手段から発せられた該基準光線の該反射型表示手段への入射角度 β （度）は

$$-10 < \beta < 10 \quad \dots (2)$$

であることを特徴としている。

【 0 0 1 3 】

請求項 5 の発明は請求項 2 の発明において第 2 項において、該表示光学系のローカル母線断面焦点距離を $local_fy$ 、該照明光学系中の該光学面 A のみのローカル母線断面焦点距離を $local_fyA$ とした時、

$$0.1 < local_fyA / local_fy < 0.6 \quad \dots (3)$$

を満たすことを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

請求項 6 の発明は請求項 2, 3 又は 5 の発明において第 2, 3 又は 5 項において、該表示光学系はアジムス角度により屈折力が異なる面を 2 面以上含み、表示光学系全体として正の屈折力を有することを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

請求項 7 の発明は請求項 6 の発明において第 6 項において、該表示手段のローカル母線断面（該基準光線の入射光と射出光を含む面）上での最周辺画像のうち、眼球より遠いほう側の最周辺画像と眼球中心とを通る光線を F 3 眼球中心光線とし、該 F 3 眼球中心光線上での該表示光学系の全系ローカル母線断面焦点距離を $local_fy(F3)$ 、眼球にもっとも近い屈折力を有した透過面 B において、該 F 3 眼球中心光線がヒットするポイント上でのローカル母線断面焦点距離を $loca$

$I_{fyB}(F3)$ とした時、

$$-0.6 < local_{fy}(F3) / local_{fyB}(F3) < -0.1 \dots (4)$$

であることを特徴としている。

【0016】

請求項8の発明のヘッドマウントディスプレイは請求項1から7のいずれか1項の画像表示装置を有していることを特徴としている。

【0017】

【発明の実施の形態】

図1～図5は本発明の実施形態1～5の要部断面図である。図中1は瞳位置であり、観察者の眼球が位置している。

【0018】

2は自由曲面プリズム（第2の光学部材）、3は反射型液晶、4は照明光源、5はハーフミラーより成る曲率を有した透過兼反射面（光学面）、7は反射面5を含むブーメラン型レンズ（第1の光学部材）、8、9は偏光板、10は照明プリズム（第1の光学部材）11は照明系補正プリズム、12は照明系接合プリズム（第1の光学部材）であり照明プリズム10と照明系補正プリズム11とを接合した構成より成っている。

【0019】

符番4、5又は符番4、5、10で示されるものは照明光学系の一要素を構成し、附番3、5、7、2又は附番3、10、5、11、2又は符番3、10、5、2で示されるものは表示光学系の一要素を構成している。

【0020】

本実施形態では照明光源4からの光量のロスを少なくするために、照明光源4をできるだけ反射型液晶3に近づけて、照明光学系の光路長を短くしている。表示光学系に自由曲面プリズム2を使用し、自由曲面プリズムと反射型液晶3の間に照明光学系を構成する部材を設けている。また液晶3からの射出光ができるだけ垂直にできるようにして画質のコントラストも上げている。

【0021】

本発明の各実施形態の説明の前に、本発明で使用される母線断面、子線断面、ローカル母線断面、ローカル子線断面の定義について説明する。偏心系に対応していない従来系の定義では、各面頂点座標系で z 軸を光軸とすると、 yz 断面が従来の母線断面（メリジオナル断面）、 xz 断面が子線断面（サジタル断面）となる。本発明は偏心系なので偏心系に対応したローカル母線断面、ローカル子線断面を新たに定義する。表示手段の画像中心（外界を観察するためのシースルーのときは外界画像中心）と眼球中心を通る光線（以下、基準光線）と各面とのヒットポイント（入射点）上で、基準光線の入射光と射出光を含む面をローカル母線断面とし、ヒットポイントを含みローカル母線断面と垂直で、各面頂点座標系の子線断面（通常の子線断面）と平行な面をローカル子線断面として定義する。

【0022】

なお、表示手段が反射型の場合は、該基準光線を照明光学系、および照明光源まで延長して、各ヒットポイント上で、上記と同様にローカル母線断面、ローカル子線断面を定義する。ローカル母線断面焦点距離とローカル子線断面焦点距離については後述の実施例の項目で説明する。以下に本発明の特徴を記述する。

【0023】

次に本発明の各実施例について説明する。図1～図5は本発明の実施例1～5の光路断面図（ローカル母線断面図）である。

【0024】

図1、図2（実施例1，2）は反射型LCD3（裏面側が液晶面）と任意の曲面を含む自由曲面プリズム2との間に、ブーメラン型レンズ7を配置している（以下、ローカル母線断面上で図1、図2の形状のレンズ7をブーメラン型レンズと呼ぶ）。RGB（赤色光、緑色光、青色光）のLEDをそれぞれ複数個持った平面照明光源4から発せられた光は、偏光板8で直線偏光化され、ブーメラン型レンズ7の液晶3側の光学面（ハーフミラー）5で反射され、光束はその主光線が反射型LCD3にほぼ垂直（ $\pm 10^\circ$ ）で入射する。反射LCD3で反射された光は、光学面5を今度は透過してブーメラン型レンズ7を射出後、偏光板9に入射する。この時偏光板8で直線偏光化された光の偏光方向が液晶内部で回転するため（液晶駆動電圧OFFまたはON）、偏光板9は偏光方向が回転した光を

通す方向に設定する必要がある。また偏光板 9 の直線偏光方向が偏光板 8 の直線偏光方向と約 90 度ずれている場合（液晶内部の偏光方向の回転が 90 度）は、偏光板 8 で直線偏光化された光が、光学面 5（ハーフミラー）で反射せず透過していく光（ゴースト光）があるが、偏光板 9 でこのゴースト光をカットできるため、眼球 E にゴースト光が入るのを防ぐ付加価値も生まれる。また反射型 LCD 3 が表示面側近傍に不図示の 1 枚の偏光板で表示させるタイプでは、偏光板 8 と偏光板 9 は不要となる。偏光板 9 を射出後、光は自由曲面プリズム 2 の入射面 14 に入射し、順に全反射面（透過面 B）6 で全反射し、凹面鏡 13 で反射し、今度は全反射面（透過面 B）6 を透過して観察者の眼球が位置する瞳 1 に導かれる。これによって反射型 LCD 3 に基づく画像情報を拡大虚像として観察している。

【0025】

実施例 1, 2 では、ローカル母線断面上で 2 面とも反射型 LCD 3 と反対方向を向いた曲率面からなるブーメラン型レンズ 7 を、反射型 LCD 3 と対向して置き、ブーメラン型レンズ 7 の反射型 LCD 3 側の面を該光学面（ハーフミラー）5 とすることにより、反射型 LCD 3 のローカル母線断面上での、下側最周辺画像（F3）側の反射型 LCD 3 と自由曲面プリズム 2 との間隔をできるだけ短くして、表示系（部材 3, 7, 2）がコンパクトでしかも照明系（部材 4, 5）もコンパクトなものにしている。図 1 の実施例 1 ではブーメラン型レンズ 7 の両面 5, 5a を、母線断面のみパワーを持つシリンドリカル面（自由曲面）にして、ローカル子線断面（紙面と垂直断面）上での収差発生を極力少なくし、かつ子線断面またはローカル子線断面方向のパワーがなくこの断面方向に面形状が湾曲しないため、反射型 LCD 3 と該光学面 5 を近くすることができ、コンパクト化も可能としている。また他方の面 5a も光学面 5 に近い面形状にして、ブーメラン型レンズ 7 での収差発生をキャンセルさせている。なおブーメラン型レンズ 7 のシリンドリカル面はアジマス角度により屈折力が異なるため、自由曲面の 1 つであるが、本発明では子線断面か母線断面のどちらかが屈折力がない場合は、以降シリンドリカル面とし、それ以外の面を以降自由曲面とする。もちろんブーメラン型レンズ 7 の両面 5, 5a にもっと自由度の多い自由曲面を使用すれば、さら

に良好な光学系性能が得られる。図 2 の実施例 2 ではブーメラン型レンズ 7 の両面 5, 5 a に回転対称非球面を使用している。これは光学面 5 のローカル子線断面上でも正のパワーを持たせることにより、平面照明用の光源 4 のローカル子線断面方向で大きさを小さくしている。また他方の面 5 a も光学面 5 に近い面形状にして、ブーメラン型レンズ 7 での収差発生をキャンセルさせている。なお両面 5, 5 a 回転対称球面でも可能であるが、両面回転対称非球面のほうが光学系能はよい。

【 0 0 2 6 】

本発明の表示系に含まれる自由曲面プリズムは（実施例 1 ～ 5 共通）、自由曲面プリズムのメインパワー（正の屈折力）を持つ凹面鏡 1 3 に自由曲面を採用して、メインパワー面での偏心収差の発生を少なくしている。メインパワー面で補正しきれなかった偏心収差は、メインパワー面に近い全反射面（透過面 B） 6 を自由曲面化して収差がキャンセルするような面形状にして補正している。これだけでもある程度の収差補正は可能であるが、更に全体収差をバランスさせる為に表示手段（反射型 LCD） 3 近傍の入射面 1 4 を自由曲面化して全体収差のバランスを良好にとっている。全反射面（透過面 B） 6 においては、光が臨界角以上の角度で入射した時は全反射し、臨界角以下の角度で入射した時は射出するように全反射面条件（臨界角条件）を設定しているため、原理的に光量ロスが全くなく明るい表示光学系を可能としている。

【 0 0 2 7 】

図 3、図 4 は本発明の実施例 3, 4 の光路断面図である。反射型 LCD 3 と自由曲面プリズム 2 の間に、該光学面 5 を含む照明系プリズム 1 0 と照明系補正プリズム 1 1 を接合し配置している。照明プリズム 1 0 と照明系補正プリズム 1 1 は表示光学系でのローカル母線・ローカル子線断面上でのパワーがほとんどない照明系接合プリズム 1 2 を構成している。こうすると表示系（3, 1 0, 1 1, 2）での照明系接合プリズム 1 2 による収差発生がほとんどないため表示系の光学性能を良好にできる。光路としては、平面照明光源 4 からの光が照明系プリズム 1 0 に入射し、光学面 5（ハーフミラー）で反射された主光線が反射型 LCD 3 にほぼ垂直入射反射し、照明系プリズム 1 0 に再入射、5 の光学面 5（ハーフ

ミラー)を今度は透過し、照明系補正プリズム11を通過、自由曲面プリズム2の入射面14に入射して、面6で全反射し、反射面13そして透過面6を介して眼球Eに導かれる。この実施例では不図示の1枚偏光板タイプの反射型LCDを用いている。2枚の偏光板を用いたときは実施例1, 2と同じように、平面照明光源4の直後と自由曲面プリズム2の入射面14の直前に前述したような偏光方向の角度で配置する。なお実施例3の照明系プリズム10の面15と照明系補正プリズム11の面16の両面は平面で、双方の接合した光学面5はシリンドリカル面としている。シリンドリカル面にすると子線断面またはローカル子線断面方向のパワーがないため、照明系接合プリズム12の厚さを薄くできる。実施例4では照明系プリズム10の面15と照明系補正プリズム11の面16の両面は曲面として、自由曲面プリズム2で発生する収差をキャンセルさせている。双方の接合した光学面5は回転対称非球面で、ローカル子線断面上で正のパワーを持たせることにより、平面照明光源4のローカル子線断面方向で大きさを小さくしている。

【0028】

図5は本発明の実施例5の光路断面図である。

【0029】

図5は、反射型LCD3と自由曲面プリズム2の間に、該光学面5を含む照明系プリズム10だけを挿入したものである。光路は平面照明光源4からの光が照明系プリズム10に入射し、光学面5(ハーフミラー)で反射され、主光線が反射型LCD3にはほぼ垂直入射反射し、照明系プリズム10に再入射、光学面5(ハーフミラー)を今度は透過し、自由曲面プリズム2の入射面に入射して、面6で全反射し、反射面13そして透過面6を介して眼球Eに導かれる。この実施例では不図示の1枚の偏光板タイプの反射型LCD3を用いている。2枚の偏光板を用いたときは実施例1, 2と同じように、平面照明光源4の直後と自由曲面プリズム2の入射面14の直前に前述したような偏光方向の角度で配置する。この実施例では、実施例3, 4の照明系補正プリズム11を必要としないため、自由曲面プリズム2と反射液晶3との間隔を短くできコンパクト化ができる。光学面5には子線断面上でパワーを持たないシリンドリカル面を使って、ローカル子線

断面上での収差発生を抑制している。

【0030】

本発明の画像表示装置では該照明光学系と該表示光学系は互いに共有する透過兼反射の両作用を有する1つの光学面Aのみ存在し、該照明手段から発せられ該表示手段の画像中心と該瞳中心を通る基準光線が、該照明手段より該光学面Aに入射するときの、入射基準光線と反射するときの反射基準光線とのなす角度を α （度）としたとき

$$20^{\circ} < \alpha < 80^{\circ} \quad \dots (1)$$

を満足するようにしている。

【0031】

本発明では照明光学系と表示光学系で共有する透過兼反射の両作用を有する光学面A（ハーフミラー）は1面のみとして、照明光源から反射型液晶への光量ロスを少なくし、条件式（1）により画質のコントラストを良くし、かつコンパクトな照明光学系を達成している。条件式（1）の下限値を下回ると、液晶からの射出光がほぼ垂直のため、液晶と照明光源がぶつかってしまい、光学系の構成が難しくなる。又、上限値を超えると、照明光学系が眼球側に出っ張り厚くなってしまう。表示光学系に関しては、反射型液晶からの光はハーフミラーである光学面5を透過して、複数の偏心曲率反射面により光線を折り畳むことにより、表示光学系を薄くしている。尚、更に好ましくは条件式（1）の数値範囲を

$$40 < \alpha < 70 \quad \dots (1a)$$

を満足させることが望ましい。下限値以内では液晶と照明光源がぶつからない十分なスペースが確保できるようになり、又上限値内では照明光学系の厚さをさらに薄くすることができる。

【0032】

また該表示光学系中の光学面5を含む光学部材（第1の光学部材）と、光学的屈折力を有した別の光学部材（第2の光学部材）の間を空気とし、この間に偏光板を挿入可能とした。現在の反射型液晶の使い方は、照明光学系中に1枚の偏光板、表示光学系中に他の偏光板を入れて使用することが多い。ただし表示光学系で、反射液晶から表示光学系中の偏光板までの間は、光学的に平行ニコルの関

係になるため、この間に複屈折性の強い材料を入れると、材料の光弾性が目で観察されてしまい好ましくない。また複屈折性の弱い材料でも材料の光路長が長いとやはり材料の光弾性が目で観察されてしまう。そこで上記のような位置に表示光学系用の偏光板を置くと、光学面 5 を含む光学部材だけの光路長なので短いため、複屈折性のないガラスまたは複屈折性の弱いモールド材料でも使用できる。また光学的屈折力を有した別の光学部材のほうは、平行ニコルに關与したため、どんな材料でも使用可能となる。

【0033】

尚、本発明の画像表示装置において、更に装置全体の小型化を図りつつ画像情報を良好に観察するには次の条件のうちの 1 つ以上を満足させるのが良い。

【0034】

(アー 1) 照明光学系中の該光学面 5 は、ローカル母線断面上で正の屈折力を有した曲率反射面とすることである。こうすることにより、照明光源を正の屈折力の曲率反射面で拡大して反射型液晶を照明できるため、小さな照明光源で対応でき、照明光学系自体をコンパクト化できる。

【0035】

(アー 2) 照明光源と眼球（瞳位置）はほぼ結像関係（ケイラー照明）にすることが望ましい。こうすると光利用効率がもっとも良くなる。

【0036】

(アー 3) 照明光源は、赤色、緑色、青色等の多色光を時分割で放射する RGB 時分割光源であり、該表示手段は RGB 時分割光源の RGB 色光の発光に合わせて RGB の画像を時分表示することである。一般的にカラーフィルター方式におけるカラー表示の際は、3 色 RGB のカラーフィルターを液晶の前に付けるため、総画素数の $1/3$ 画素分が実際のカラー表示画素数となる。しかし上記のような時分割表示の反射型液晶と 3 種類色の LED (RGB) の組み合わせの方式では、総画素数がカラーフィルター方式での液晶の $1/3$ ですむ。このため、同カラー表示画素数なら液晶のサイズが小さくなり、それに合わせて照明光学系・表示光学系共に小さくすることができる。

【0037】

(ア-4) 照明光源から発せられた該基準光線の該反射型の表示手段への入射角度 β (度) は

$$-10 < \beta < 10 \quad \dots (2)$$

とするのが良い。

【0038】

この範囲外だと液晶画像のコントラストが落ち、良い画質が得られにくい。またさらに、好ましくは条件式(2)の数値範囲を下記の範囲内だと、

$$-5 < \beta < 5 \quad \dots (2a)$$

とするのが良い。これによればほとんどコントラスト落ちのない、1ランク上の良質な画質が得られる。

【0039】

(ア-5) 該表示光学系のローカル母線断面内の焦点距離を $local_fy$ 、該照明光学系中の該光学面5のみのローカル母線断面内の焦点距離を $local_fyA$ とした時、

$$0.1 < local_fyA / local_fy < 0.6 \quad \dots (3)$$

を満たすことである。ここで表示光学系とは、表示手段である反射型液晶から眼球直前の面までである。また照明光学系は、照明光源から表示手段(反射型液晶)直前の面までである。なおローカル母線断面焦点距離の説明は、実施例の項目に記す。この条件式(3)の下限値を超えた時は照明光学系中の光学面5のパワーが強くなり、凹面鏡の光学面5の窪みが深くなる形状となるため、基準光線上での液晶面と光学面Aとの間隔を長く取らなければならず、この方向に装置が大型化する。又上限値を超えた場合は光学面Aのパワーが弱くなるため、比較的大きな照明光源が必要になり、やはり大型化する。また上限値については、下記の条件式を満たすと、

$$0.1 < local_fyA / local_fy < 0.45 \quad \dots (3a)$$

さらに小さな照明光源を使用でき、さらに小型化できる。

【0040】

(ア-6) 偏心した曲率反射面を有する光学系では、画面内で回転非対称な偏心収差が発生する。そこで本発明の表示光学系においてアジムス角度により屈折

力が異なる面を2面以上含み、表示光学系全体として正の屈折力を有することが良い。このアジムス角度により屈折力が異なる面（自由曲面）を採用することにより、回転非対称な偏心収差の補正を可能とし、自由曲面を2面以上使うことにより、表示光学系のローカル母線断面上とローカル子線断面上の正の屈折力の全系の焦点距離をほぼ等しくすることができ、液晶のアスペクト比と同じ比率で拡大投影が可能となる。

【0041】

（ア-7）該表示手段のローカル母線断面上での最周辺画像のうち、眼球より遠いほう側の最周辺画像と眼球中心とを通る光線をF3眼球中心光線とし、該F3眼球中心光線上での該表示光学系の全系ローカル母線断面内の焦点距離を $local_fy(F3)$ 、眼球にもっとも近い屈折力を有した透過面Bにおいて、該F3眼球中心光線がヒットするポイント上でのローカル母線断面内の焦点距離を $local_fyB(F3)$ とした時、

$$-0.6 < local_fy(F3) / local_fyB(F3) < -0.1 \quad \dots (4)$$

を満足することである。下限値を超えると、F3眼球中心光線と透過面Bとのヒットポイント上での負のパワーが強くなり過ぎて、透過面Bの面形状が眼球側に大きく湾曲するため、表示光学系が厚くなる。上限値を超えとは逆に、ヒットポイント上での負のパワーが弱くなる。F3眼球中心光線上の各面のパワー配置は、この透過面Bのこのヒットポイント上での負のパワーを強くして、レトロタイプのパワー配置にしている。このパワー配置により、F3眼球中心光線上で液晶をできるだけ遠くにして、照明光学系の光学面Aを配置可能としている。従って上限値以上では、このポイントでの負パワーが足りず、照明光学系の光学面Aを挿入するスペースがなくなる。また上限値については、下記の値を満足させると更に好ましい。

$$-0.6 < local_fy(F3) / local_fyB(F3) < -0.25 \quad \dots (4a)$$

これによれば照明光学系の光学面5を挿入するスペースが十分確保できるようになる。

【0042】

つぎに本発明の各実施例で使っているローカル近軸について説明する。図1～

図5は各々本発明の後述する数値実施例1～5の要部断面図（ローカル母線断面図、添え字がy）であり、第1面（眼球7）の面頂点座標系を図1に示した。本発明では各面の面頂点をy軸方向でのシフト偏心、x軸回りのチルト偏心しかさせていないため、従来の母線断面とローカル母線断面は同一断面であるが、各面の従来の子線断面とローカル子線断面は異なる。なお前述した従来の母線断面、子線断面は従来近軸(general-paraxial axis)の定義であり、ローカル母線断面、ローカル子線断面はこれから述べるローカル近軸(local-paraxial axis)での定義である。さらにローカル近軸では偏心系に対応したローカル曲率半径・ローカル面間隔・ローカル焦点距離・ローカル屈折力の定義も以下に説明する。

【0043】

本発明では、照明光源手段4から発せられ表示手段3の画像中心3aと瞳1の中心1aを通る光線を基準光線Laとし、従来の各面の面頂点基準の曲率半径・面間隔・焦点距離・屈折力でなく、基準光線の各面でのヒットポイント点（入射点）を基準としたローカル曲率半径・ローカル面間隔・ローカル焦点距離・ローカル屈折力を用いている。

【0044】

ここでローカル曲率半径は光学面のヒットポイント点上でのローカルな曲率半径（ローカル母線断面上の曲率半径、ローカル子線断面上の曲率半径）をいう。又ローカル面間隔は現在の面と次の面との、2つのヒットポイント間の距離（基準光線上の距離、空気換算なしの値）の値をいう。又ローカル焦点距離はローカル曲率半径・面の前後の屈折率・ローカル面間隔より、従来の焦点距離計算方法（近軸追跡）で計算した値である。ローカル屈折力はローカル焦点距離の逆数の値である。

【0045】

なお本発明の各実施例では従来の曲率半径・面間隔・偏心量・屈折率・アップベ数と、ローカル曲率半径・面の屈折率・ローカル面間隔・ローカル焦点距離を示している。

【0046】

本発明では5つの実施例をあげた。実施例1～5の数値データを表1～表5に

示し、光路断面図を図 1 ～ 5 に示した。表 1 ～ 表 5 の従来近軸では (general-paraxial axis)、母線断面曲率半径 r_y ・ 子線断面曲率半径 r_x ・ 面間隔 d (第 1 面の面頂点座標系と平行) ・ 偏心量 (母線断面上において、第 1 面の面頂点座標系に対する各面の面頂点の平行偏心量を shift、傾き偏心量を tilt 度) ・ d 線の屈折率 n_d 、アッペ数 vd を示し、FFS は自由曲面、YTO は母線断面のみ屈折力をもつシリンドリカル面、AL は非球面を表している。また M がついたものは反射面であり、 d 線の屈折率 n_d は逆符号とした。なお表 1 ～ 表 5 は瞳面 1 (眼球) から液晶および照明光源への逆トレースの数値データである。符号は主光線が左から右方へ進むときを正、その逆を負としている。

【 0 0 4 7 】

FFS (自由曲面) の定義式を以下に示す。(各面の面頂点座標系で)

$$\begin{aligned}
 z = & 1/2 * (1/a + 1/b) * (y^2 * \cos(c)^2 + x^2) / \cos(c) / (1 + 1/2 * (1/a - 1/b) * y * \sin(c) + (1 + (1/a - 1/b) * y * \sin(c) - \\
 & (1/a + b + 1/4 * \tan(c)^2 * (1/a + 1/b)^2) * x^2)^{(1/2)} \\
 & + c20 * x^2 + c11 * x * y + c02 * y^2 \\
 & + c30 * x^3 + c21 * x^2 * y + c03 * y^3 \\
 & + c40 * x^4 + c31 * x^3 * y + c22 * x^2 * y^2 + c13 * x * y^3 + c04 * y^4 \\
 & + c50 * x^5 + c41 * x^4 * y + c32 * x^3 * y^2 + c23 * x^2 * y^3 + c14 * x * y^4 + c05 * y^5 \\
 & + c60 * x^6 + c51 * x^5 * y + c42 * x^4 * y^2 + c33 * x^3 * y^3 + c24 * x^2 * y^4 + c15 * x * y^5 + c06 * y^6
 \end{aligned}$$

各 a 、 b 、 c 、 $c20$ 、 $c11$ 、 $c02$ … は各々自由曲面係数である。(注意：本自由曲面の場合、自由曲面係数の中に近軸に關与する係数があるため、従来近軸の母線断面曲率半径 r_y ・ 子線断面曲率半径 r_x の値が面頂点上での実際の母線断面曲率半径 r_y ・ 子線断面曲率半径 r_x と一致しない。そこでポイント (0,0) つまり面頂点上での実際の母線断面曲率半径 r_y ・ 子線断面曲率半径 r_x も示した。

YTO の定義式は母線断面が下記の非球面式で (各面の面頂点座標系で)

【 0 0 4 8 】

【数 1】

$$z = \frac{y^2/ry}{1 + \text{SQRT}(1 - (1+k)y^2/ry^2) + by^4 + cy^6 + dy^8 + ey^{10}}$$

【0 0 4 9】

子線断面は平面 (rx=∞) である。

【0 0 5 0】

ALの定義式は回転対称非球面で (各面の面頂点座標系で)

【0 0 5 1】

【数 2】

$$z = \frac{h^2/r}{1 + \text{SQRT}(1 - (1+k)h^2/r^2) + bh^4 + ch^6 + dh^8 + eh^{10}}$$

【0 0 5 2】

 $h^2 = x^2 + y^2$, $r = rx = ry$ である。

【0 0 5 3】

またローカル近軸(local-paraxial axis)ではローカル曲率半径local-ry, local-rx・ローカル面間隔local-d (反射面は逆符号)・ローカル焦点距離local-fy, local-fx・面の屈折率nd (反射面は逆符号)を示している。また各面でのヒットポイント座標 (面頂点を0,0) と表示光学系全系ローカル焦点距離・画角と照明光学系光学面Aのローカル焦点距離も示した。

【0 0 5 4】

さらに表1～表5のローカル近軸(local-paraxial axis)の次に、基準光線と各面のヒットポイントでなく、LCDのローカル母線断面上での、LCD最周辺画像F3 (下側、眼球より遠い方側、FOV: Wy=-10.59deg Wx=0deg) と眼球中心を通る光線と各面とのヒットポイント上での、ローカル曲率半径local-ry, local-rx・ローカル面間隔local-d (反射面は逆符号)・ローカル焦点距離local-fy, local-fx・面の屈折率nd (反射面は逆符号)・各面でのヒットポイント座標 (

面頂点を0,0)・表示光学系全系ローカル焦点距離も local paraxial ray <FOV
: Wy=-10.59deg Wx=0deg> として最後に追加した。この時の数値データおよび計
算値は、ローカル近軸の基準光線を、LCD最周辺画像F3（下側）と眼球中心
を通る光線に置き換えて計算した。

【0055】

【表1】

(表-1)

(general - paraxial axis)									
n	fy	rx	d	shift	tilt	nd	vd		
1	0.00000	0.00000	21.947	0.000	0.000	1.000	33.80		
2	0.00000	0.00000	6.473	2.667	7.722	1.571	33.80		
3	0.00000	0.00000	-6.473	0.033	-19.492	-1.571	33.80		
4	0.00000	0.00000	1.778	2.667	7.722	1.571	33.80		
5	0.00000	0.00000	0.404	13.917	57.886	1.000	40.00		
6	0.00000	0.00000	0.101	14.561	59.670	1.490	40.00		
7	0.00000	0.00000	-0.361	14.734	59.670	1.000	55.53		
8	15.79325	0.00000	2.669	15.177	59.670	1.897	55.53		
9	14.54570	0.00000	-4.021	15.719	76.083	1.000			
10	0.00000	0.00000	4.950	16.715	46.947	1.000			
11	0.00000	0.00000	0.427	22.013	46.947	1.574	55.00		
12	0.00000	0.00000	-0.427	22.470	46.947	-1.574	55.00		
13	0.00000	0.00000	-0.929	22.013	46.947	-1.000			
14	14.54570	0.00000	-10.826	15.719	76.083	1.000			
15	0.00000	0.00000	0.752	18.402	59.917	1.000			
16	0.00000	0.00000	0.000	17.104	59.917	1.000			
PFS									
2	a=-1.3632e-03	b=-1.7771e-03	c= 6.5563e+01	c04=-2.7502e-05	c05= 9.8039e-07	c06=-2.6508e-08			
	c02=-3.0283e-03	c03= 3.5287e-04	c04=-2.7502e-05	c22=-3.5505e-05	c23= 1.2546e-06	c24=-5.7129e-09			
	c20=-4.2727e-03	c21=-1.0561e-05	c42= 7.0465e-08	c60= 2.6610e-08					
	c40=-2.8801e-06	c41= 1.1232e-06							
PFS									
3	a=-2.0158e-02	b=-2.2515e-02	c=-2.7354e+01	c04=-1.6025e-05	c05= 1.2214e-06	c06=-4.7580e-08			
	c02=-6.2330e-04	c03= 1.3989e-04	c04=-1.6025e-05	c22=-1.0699e-05	c23= 1.0623e-06	c24=-5.3514e-08			
	c20=-4.7237e-04	c21= 2.5720e-05	c42=-5.3233e-09	c60= 9.9350e-09					
	c40=-1.0723e-06	c41= 2.1844e-07							
PFS									
4	a=-1.3632e-03	b=-1.7771e-03	c= 6.5563e+01	c04=-2.7502e-05	c05= 9.8039e-07	c06=-2.6508e-08			
	c02=-3.0283e-03	c03= 3.5287e-04	c04=-2.7502e-05	c22=-3.5505e-05	c23= 1.2546e-06	c24=-5.7129e-09			
	c20=-4.2727e-03	c21=-1.0561e-05	c42= 7.0465e-08	c60= 2.6610e-08					
	c40=-2.8801e-06	c41= 1.1232e-06							
PFS									
5	a=-1.3851e-03	b= 1.6017e-03	c=-8.9533e+01	c04=-1.3580e-04	c05= 3.1244e-05	c06= 8.2444e-07			
	c02= 1.0510e-02	c03=-2.1540e-03	c04=-1.3580e-04	c22= 6.8575e-05	c23= 2.2146e-05	c24= 3.4349e-07			
	c20=-2.1651e-03	c21=-8.2899e-04	c42=-6.7378e-07	c60=-4.3731e-07					
	c40= 4.2718e-05	c41= 9.4940e-06							
YTO									
8	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00				
YTO									
9	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00				
YTO									
14	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00				

【0056】

【表2】

n	point (y , x)	fy	fx
2	(0.000, 0.000)	-149.115	-81.032
3	(0.000, 0.000)	-49.511	-40.052
4	(0.000, 0.000)	-149.115	-81.032
5	(0.000, 0.000)	47.570	111.617
6	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
7	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
8	(0.000, 0.000)	15.793	0.000
9	(0.000, 0.000)	14.546	0.000
10	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
11	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
12	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
13	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
14	(0.000, 0.000)	14.546	0.000

【0057】

(local - paraxial axis)						
n	local-ty	local-rx	local-fy	local-fx	local-d	nd
2	-65.86306	-77.83357	-115.367	-136.335	6.222	1.571
3	-49.93133	-40.06358	15.893	12.752	-9.333	-1.571
4	-392.95249	-75.39880	-125.072	-23.999	7.716	1.571
5	28.19217	79.09123	-49.382	-138.538	0.765	1.000
6	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.200	1.490
7	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.431	1.000
8	15.79325	0.00000	22.665	0.000	1.778	1.697
9	14.54570	0.00000	-20.875	0.000	2.337	1.000
10	0.00000	0.00000	0.000	0.000	7.253	1.000
11	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.625	1.574
12	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-0.625	-1.574
13	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-5.102	-1.000
14	14.54570	0.00000	7.273	0.000	0.000	1.000

n	hitpoint(y , x)
2	(-2.687, 0.000)
3	(0.222, 0.000)
4	(3.699, 0.000)
5	(-2.082, 0.000)
6	(-2.112, 0.000)
7	(-2.121, 0.000)
8	(-2.686, 0.000)
9	(-0.630, 0.000)
10	(-4.229, 0.000)
11	(-4.022, 0.000)
12	(-4.010, 0.000)
13	(-3.999, 0.000)
14	(-0.270, 0.000)

【表 3】

local_fy(2- 9) local_fx(2- 9) 2Wx 2Wx
23.150 21.697 21.18 28.00

local_fy(14-14) local_fx(14-14)
7.273 0.000

$$\text{local_fyA} / \text{local_fy} = 0.314$$

【0058】

(local paraxial ray <FOV: Wx=-10.59deg Wx= 0.00deg>)

n	local-ry	local-rx	local-fy (F3)	local-fx	local-d	nd
2	-22.83422	-60.89300	-39.997	-106.661	3.940	1.571
3	-30.19519	-38.13394	9.611	12.138	-6.006	-1.571
4	-60.11737	-76.97507	-19.135	-24.500	13.293	1.571
5	-12.87314	67.32549	22.549	-117.929	0.475	1.000
6	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.200	1.490
7	0.00000	0.00000	0.000	0.000	1.802	1.000
8	15.79325	0.00000	22.665	0.000	2.473	1.697
9	14.54570	0.00000	-20.875	0.000	0.000	1.000

hitpoint(y , x)

2	(-6.893, 0.000)
3	(-5.113, 0.000)
4	(-3.008, 0.000)
5	(-6.275, 0.000)
6	(-6.288, 0.000)
7	(-6.295, 0.000)
8	(-6.926, 0.000)
9	(-4.939, 0.000)

local_fy(2- 9) local_fx(2- 9)
15.091 23.899

$$\text{local_fy} (F3) / \text{local_fyB} (F3) = -0.377$$

【表4】

(表-2)

(general - paraxial axis)

	n	xy	rx	d	shift	tilt	nd	vd
	1	0.0000	0.0000	21.573	0.000	0.000	1.000	
FPS	2	0.0000	0.0000	6.137	1.864	5.834	1.571	33.80
FPS-M	3	0.0000	0.0000	-6.137	-0.426	-20.682	-1.571	33.80
FPS-M	4	0.0000	0.0000	2.495	1.564	5.834	1.571	33.80
FPS	5	0.0000	0.0000	0.342	13.511	56.351	1.000	40.00
	6	0.0000	0.0000	0.104	14.024	58.596	1.490	
AL	7	0.0000	0.0000	-1.056	14.195	58.596	1.000	55.53
AL	8	17.29108	17.29108	2.902	15.074	58.596	1.697	
	9	15.43623	15.43623	-4.152	15.158	72.224	1.000	
	10	0.0000	0.0000	5.540	16.489	44.926	1.000	
	11	0.0000	0.0000	0.443	22.015	44.926	1.574	55.00
M	12	0.0000	0.0000	-0.443	22.457	44.926	-1.574	55.00
	13	0.0000	0.0000	-1.388	22.015	44.926	-1.000	
AL-M	14	15.43623	15.43623	-11.171	15.158	72.224	1.000	
	15	0.0000	0.0000	0.000	19.723	76.592	1.000	
	16	0.0000	0.0000	0.000	19.723	76.592	1.000	
FPS	2	a=-7.5175e-04 c02=-2.5081e-03 c20=-4.2478e-03 c40=-1.3083e-06	b=-1.3587e-03 c03= 3.7442e-04 c21= 9.5056e-05 c41= 8.1249e-07	c= 7.2877e+01 c04=-2.5559e-05 c22=-4.4631e-05 c42= 5.5620e-08	c5= 7.2384e-07 c23= 1.6447e-06 c60= 2.6769e-08	c06=-2.9610e-08 c24=-1.6209e-08		
FPS	3	a=-1.9485e-02 c02=-3.2010e-04 c20=-4.0535e-05 c40=-1.1831e-06	b=-2.1742e-02 c03= 1.0738e-04 c21= 4.4563e-05 c41= 1.2609e-07	c=-3.1537e+01 c04=-1.8734e-05 c22=-1.6554e-05 c42= 7.9342e-09	c5= 1.2301e-06 c23= 1.3124e-06 c60= 1.5330e-08	c06=-4.0060e-08 c24=-5.1782e-08		
FPS	4	a=-7.5175e-04 c02=-2.5081e-03 c20=-4.2478e-03 c40=-1.3083e-06	b=-1.3587e-03 c03= 3.7442e-04 c21= 9.5056e-05 c41= 8.1249e-07	c= 7.2877e+01 c04=-2.5559e-05 c22=-4.4631e-05 c42= 5.5620e-08	c5= 7.2384e-07 c23= 1.6447e-06 c60= 2.6769e-08	c06=-2.9610e-08 c24=-1.6209e-08		
FPS	5	a=-1.4367e-03 c02= 7.1382e-03 c20=-6.3564e-03 c40= 8.1220e-05	b= 1.5621e-03 c03=-2.3347e-03 c21=-2.8956e-04 c41= 9.6181e-07	c=-8.9614e+01 c04=-2.1835e-04 c22= 1.6186e-04 c42=-2.1079e-06	c5= 2.1697e-05 c23= 1.2976e-05 c60=-8.3802e-07	c06= 1.0962e-06 c24=-1.9711e-06		
AL	8	k=-1.3503e+00	b=-8.2803e-06	c=-2.5354e-07	d= 4.5637e-09	e=-3.9637e-11		
AL	9	k= 7.5443e-01	b=-1.0462e-04	c= 8.0655e-07	d=-1.2461e-08	e= 8.0597e-11		
AL	14	k= 7.5443e-01	b=-1.0462e-04	c= 8.0655e-07	d=-1.2461e-08	e= 8.0597e-11		

【0059】

【表5】

n	point (y , x)	local - paraxial axis		nd
		local-ry	local-rx	
2	(0.000, 0.000)	-187.725	-82.783	1.571
3	(0.000, 0.000)	-54.917	-41.208	-1.571
4	(0.000, 0.000)	-187.725	-82.783	1.571
5	(0.000, 0.000)	70.043	-294.807	1.000
6	(0.000, 0.000)	0.000	0.000	1.490
7	(0.000, 0.000)	0.000	0.000	1.000
8	(0.000, 0.000)	17.291	17.291	1.697
9	(0.000, 0.000)	15.436	15.436	1.000
10	(0.000, 0.000)	0.000	0.000	1.000
11	(0.000, 0.000)	0.000	0.000	1.574
12	(0.000, 0.000)	0.000	0.000	-1.574
13	(0.000, 0.000)	0.000	0.000	-1.000
14	(0.000, 0.000)	15.436	15.436	1.000

n	local-ry	local-rx	local-fy	local-fx	local-d	nd
2	-99.87626	-78.96097	-174.945	-138.310	6.212	1.571
3	-55.88621	-41.26578	17.788	13.134	-9.237	-1.571
4	-2108.66768	-77.88397	-671.165	-24.790	7.649	1.571
5	34.99204	-616.99277	-61.293	1080.737	0.657	1.000
6	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.201	1.490
7	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.491	1.000
8	18.97864	17.53019	27.237	25.158	1.488	1.697
9	15.55922	15.45952	-22.330	-22.187	2.359	1.000
10	0.00000	0.00000	0.000	0.000	7.833	1.000
11	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.625	1.574
12	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-0.625	-1.574
13	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-5.770	-1.000
14	15.44018	15.43698	7.720	7.718	0.000	1.000

n	hitpoint(y , x)	local-ry	local-rx	local-fy	local-fx	local-d	nd
2	(-1.672, 0.000)	-187.725	-82.783	-174.945	-138.310	6.212	1.571
3	(0.669, 0.000)	-54.917	-41.208	17.788	13.134	-9.237	-1.571
4	(4.727, 0.000)	-187.725	-82.783	-671.165	-24.790	7.649	1.571
5	(-1.691, 0.000)	70.043	-294.807	-61.293	1080.737	0.657	1.000
6	(-1.739, 0.000)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.201	1.490
7	(-1.754, 0.000)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.491	1.000
8	(-3.166, 0.000)	17.291	17.291	27.237	25.158	1.488	1.697
9	(-0.743, 0.000)	15.436	15.436	-22.330	-22.187	2.359	1.000
10	(-4.632, 0.000)	0.000	0.000	0.000	0.000	7.833	1.000
11	(-4.284, 0.000)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.625	1.574
12	(-4.266, 0.000)	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.625	-1.574
13	(-4.249, 0.000)	0.000	0.000	0.000	0.000	-5.770	-1.000
14	(-0.132, 0.000)	15.436	15.436	7.720	7.718	0.000	1.000

【0060】

【表6】

local_fy(2- 9) local_fx(2- 9) 2Wx 2Wx
23.841 21.080 21.18 28.00

local_fy(14-14) local_fx(14-14)
7.720 7.718

$$\text{local_fyA} / \text{local_fy} = 0.324$$

【0061】

(local paraxial ray <POV: Wx=-10.59deg Wx= 0.00deg>)									
	n	local-ry	local-rx	local-fy	local-fx	local-d	nd		
FPS	2	-31.30732	-59.37983	-54.839	-104.011	3.990	1.571		
FPS-M	3	-35.63261	-38.97381	11.341	12.405	-6.018	-1.571		
FPS-M	4	-92.46057	-78.19183	-29.429	-24.888	13.066	1.571		
FPS	5	-25.91236	685.08704	45.389	-1200.012	0.499	1.000		
	6	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.200	1.490		
	7	0.00000	0.00000	0.000	0.000	1.888	1.000		
AL	8	34.46585	19.11355	49.463	27.431	2.061	1.697		
AL	9	18.13210	15.86329	-26.022	-22.766	0.000	1.000		
	n	hitpoint(y , x)							
	2	(-5.782, 0.000)							
	3	(-4.498, 0.000)							
	4	(-1.901, 0.000)							
	5	(-5.765, 0.000)							
	6	(-5.794, 0.000)							
	7	(-5.806, 0.000)							
	8	(-7.314, 0.000)							
	9	(-4.995, 0.000)							
		local_fy(2- 9) local_fx(2- 9)							
		18.283 23.039							

$$\text{local_fy} (F3) / \text{local_fyB} (F3) = -0.333$$

【表 7】

(表-3)

(general - paraxial axis)

	n	ry	rx	d	shift	tilt	nd	vd
	1	0.00000	0.00000	21.540	0.000	0.000	1.000	
FFS	2	0.00000	0.00000	6.339	2.062	6.225	1.571	33.80
FFS-M	3	0.00000	0.00000	-6.339	0.215	-20.700	-1.571	33.80
FFS-M	4	0.00000	0.00000	1.770	2.062	6.225	1.571	33.80
FFS	5	0.00000	0.00000	-1.771	14.225	56.286	1.000	
	6	0.00000	0.00000	2.695	16.384	59.116	1.697	55.53
YTO	7	22.08045	0.00000	-0.740	16.344	71.934	1.697	55.53
	8	0.00000	0.00000	0.920	25.735	53.407	1.000	
	9	0.00000	0.00000	0.414	26.974	48.565	1.574	55.00
M	10	0.00000	0.00000	-0.414	27.442	48.565	-1.574	55.00
	11	0.00000	0.00000	-0.920	26.974	48.565	-1.000	
	12	0.00000	0.00000	0.740	25.735	53.407	-1.697	55.53
YTO-M	13	22.08045	0.00000	-19.549	16.344	71.934	1.697	55.53
	14	0.00000	0.00000	0.000	22.721	86.722	1.000	
	15	0.00000	0.00000	0.000	22.721	86.722	1.000	
FFS	2	a=-1.8060e-03 c02=-1.5905e-03 c20=-5.1550e-03 c40= 2.6289e-06	b=-2.1909e-03 c03= 4.0155e-04 c21=-7.7196e-05 c41=-1.7718e-07	c=-7.4050e+01 c04=-2.4613e-05 c22=-2.2146e-05 c42= 2.7004e-08	c05= 3.7260e-07 c23=-5.8720e-07 c60=-7.8304e-09	c06=-3.6206e-08 c24= 4.1611e-09		
FFS	3	a=-2.0722e-02 c02= 5.8091e-06 c20=-1.1823e-03 c40= 4.3744e-07	b=-2.2394e-02 c03= 4.9306e-05 c21=-1.0232e-05 c41=-1.6007e-07	c=-3.2749e+01 c04=-1.8735e-05 c22=-5.2026e-06 c42= 2.3045e-09	c05= 1.0190e-06 c23= 2.0768e-07 c60=-1.5022e-09	c06=-3.4082e-08 c24=-3.3712e-08		
FFS	4	a=-1.8060e-03 c02=-1.5905e-03 c20=-5.1550e-03 c40= 2.6289e-06	b=-2.1909e-03 c03= 4.0155e-04 c21=-7.7196e-05 c41=-1.7718e-07	c=-7.4050e+01 c04=-2.4613e-05 c22=-2.2146e-05 c42= 2.7004e-08	c05= 3.7260e-07 c23=-5.8720e-07 c60=-7.8304e-09	c06=-3.6206e-08 c24= 4.1611e-09		
FFS	5	a=-4.6931e-03 c02=-8.8145e-03 c20= 3.6225e-03 c40= 2.1773e-05	b=-1.6538e-03 c03=-3.5495e-03 c21=-1.5457e-03 c41= 8.1222e-06	c=-6.8660e+03 c04= 3.1688e-04 c22= 7.6485e-05 c42=-5.2908e-09	c05= 4.0726e-05 c23= 4.3942e-05 c60=-2.4331e-07	c06=-2.7410e-06 c24= 2.3864e-06		
YTO	7	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00		
YTO	13	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00		

【0062】

【表8】

n	point (y, x)	ry	rx
2	(0.000, 0.000)	-268.081	-56.875
3	(0.000, 0.000)	-55.188	-35.718
4	(0.000, 0.000)	-268.081	-56.875
5	(0.000, 0.000)	-48.824	269.208
6	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
7	(0.000, 0.000)	22.080	0.000
8	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
9	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
10	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
11	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
12	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
13	(0.000, 0.000)	22.080	0.000
14	(0.000, 0.000)	0.000	0.000

【0063】

(local - paraxial axis)						
n	local-ry	local-rx	local-fy	local-fx	local-d	nd
2	-99.22407	-57.32310	-173.803	-100.408	6.129	1.571
3	-55.18528	-35.71802	17.565	11.369	-9.430	-1.571
4	753.05851	-51.62650	239.690	-16.432	7.533	1.571
5	27.03153	92.87075	-47.349	-162.674	1.067	1.000
6	0.00000	0.00000	0.000	0.000	2.180	1.697
7	22.08045	0.00000	0.000	0.000	6.007	1.697
8	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.831	1.000
9	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.629	1.574
10	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-0.629	-1.574
11	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-0.870	-1.000
12	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-6.897	-1.697
13	22.08045	0.00000	6.507	0.000	7.914	1.697
14	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.000	1.000

【表 9】

n	hitpoint(y , x)	local_fy(2- 8)	local_fx(2- 8)	2Wx	2Wy
2	(-2.073, 0.000)	21.703	21.751	21.18	28.00
3	(-0.003, 0.000)				
4	(4.656, 0.000)				
5	(-2.329, 0.000)				
6	(-5.028, 0.000)				
7	(-2.899, 0.000)				
8	(-8.530, 0.000)				
9	(-8.478, 0.000)				
10	(-8.405, 0.000)				
11	(-8.332, 0.000)				
12	(-8.072, 0.000)				
13	(-0.852, 0.000)				
14	(-18.498, 0.000)				
		local_fy(13-13)	local_fx(13-13)		
		6.507	0.000		
		local_fyA/local_fy=0. 3 0 0			

【 0 0 6 4 】

【表10】

(local paraxial ray <POV: Wx=-10.59deg Wx= 0.00deg>)						
n	local-ry	local-rx	local-fy	local-fx	local-d	nd
2	-30.43035	-55.42574	-53.302	-97.085	3.813	1.571
3	-34.53758	-35.23769	10.993	11.216	-6.007	-1.571
4	-95.90363	-57.31749	-30.525	-18.244	13.161	1.571
5	-20.39264	67.13612	35.720	-117.597	0.868	1.000
6	0.00000	0.00000	0.000	0.000	4.056	1.697
7	22.08045	0.00000	0.000	0.000	3.755	1.697
8	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.000	1.000
n	hitpoint(y , x)					
2	(	-6.191,	0.000)			
3	(	-5.189,	0.000)			
4	(	-2.165,	0.000)			
5	(	-6.126,	0.000)			
6	(	-8.821,	0.000)			
7	(	-7.074,	0.000)			
8	(	-12.297,	0.000)			
local_fy(2- 8)			local_fx(2- 8)			
16.490			25.769			

$$\text{local_fy (F3)} / \text{local_fyB (F3)} = -0.309$$

【0065】

【表11】

(表-4)

【0066】

(general - paraxial axis)

n	ry	rx	d	shift	tilt	nd	vd
1	0.00000	0.00000	21.540	0.000	0.000	1.000	
2	0.00000	0.00000	6.339	2.062	6.225	1.571	33.80
3	0.00000	0.00000	-6.339	0.215	-20.700	-1.571	33.80
4	0.00000	0.00000	1.770	2.062	6.225	1.571	33.80
5	0.00000	0.00000	-1.771	14.225	56.286	1.000	
6	70.00000	70.00000	2.695	16.384	59.116	1.697	55.53
7	20.00000	20.00000	-0.740	16.344	71.934	1.697	55.53
8	40.00000	40.00000	1.066	25.735	46.286	1.000	
9	0.00000	0.00000	0.391	26.850	51.286	1.574	55.00
10	0.00000	0.00000	-0.391	27.338	51.286	-1.574	55.00
11	0.00000	0.00000	-1.066	26.850	51.286	-1.000	
12	40.00000	40.00000	0.740	25.735	46.286	-1.697	55.53
13	20.00000	20.00000	-19.549	16.344	71.934	1.697	55.53
14	0.00000	0.00000	0.000	22.721	86.726	1.000	
15	0.00000	0.00000	0.000	22.721	86.726	1.000	
FPS							
2	a=-1.8060e-03	b=-2.1909e-03	c= 7.4050e+01	c5= 3.7260e-07	c06=-3.6206e-08		
	c02=-1.5905e-03	c03= 4.0155e-04	c04=-2.4613e-05	c23=-5.8720e-07	c24= 4.1611e-09		
	c20=-5.1550e-03	c21=-7.7196e-05	c22=-2.2146e-05	c60=-7.8304e-09			
	c40= 2.6289e-06	c41=-1.7718e-07	c42= 2.7004e-08				
FPS							
3	a=-2.0722e-02	b=-2.2394e-02	c=-3.2749e+01	c05= 1.0190e-06	c06=-3.4082e-08		
	c02= 5.8091e-06	c03= 4.9306e-05	c04=-1.8735e-05	c23= 2.0789e-07	c24=-3.3712e-08		
	c20=-1.1823e-03	c21=-1.0232e-05	c22=-5.2026e-06	c60=-1.5022e-09			
	c40= 4.3744e-07	c41=-1.6007e-07	c42= 2.3045e-09				
FPS							
4	a=-1.8060e-03	b=-2.1909e-03	c= 7.4050e+01	c05= 3.7260e-07	c06=-3.6206e-08		
	c02=-1.5905e-03	c03= 4.0155e-04	c04=-2.4613e-05	c23=-5.8720e-07	c24= 4.1611e-09		
	c20=-5.1550e-03	c21=-7.7196e-05	c22=-2.2146e-05	c60=-7.8304e-09			
	c40= 2.6289e-06	c41=-1.7718e-07	c42= 2.7004e-08				
FPS							
5	a=-4.6931e-03	b=-1.6538e-03	c=-6.8660e+03	c05= 4.0726e-05	c06=-2.7410e-06		
	c02=-8.8145e-03	c03=-3.5495e-03	c04= 3.1688e-04	c23= 4.3942e-05	c24= 2.3864e-06		
	c20= 3.6225e-03	c21=-1.5457e-03	c22= 7.6485e-05	c60=-2.4331e-07			
	c40= 2.1773e-05	c41= 8.1222e-06	c42=-5.2908e-09				
AL							
7	k= 0.0000e+00	b= 1.0000e-05	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00		
AL							
13	k= 0.0000e+00	b= 1.0000e-05	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00		

【表 12】

n	point (y , x)	fy	fx
2	(0.000, 0.000)	-268.081	-56.875
3	(0.000, 0.000)	-55.188	-35.718
4	(0.000, 0.000)	-268.081	-56.875
5	(0.000, 0.000)	-48.824	269.208
6	(0.000, 0.000)	70.000	70.000
7	(0.000, 0.000)	20.000	20.000
8	(0.000, 0.000)	40.000	40.000
9	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
10	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
11	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
12	(0.000, 0.000)	40.000	40.000
13	(0.000, 0.000)	20.000	20.000
14	(0.000, 0.000)	0.000	0.000

【0067】

(local - paraxial axis)						
n	local-ry	local-rx	local-fy	local-fx	local-d	nd
2	-99.22407	-57.32310	-173.803	-100.408	6.129	1.571
3	-55.18528	-35.71802	17.565	11.369	-9.430	-1.571
4	753.05851	-51.62650	239.690	-16.432	7.533	1.571
5	27.03153	92.87075	-47.349	-162.674	1.249	1.000
6	70.00000	69.81825	100.460	100.199	1.998	1.697
7	19.63748	19.67019	0.000	0.000	5.856	1.697
8	40.00000	39.13615	-57.406	-56.166	1.408	1.000
9	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.627	1.574
10	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-0.627	-1.574
11	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-1.463	-1.000
12	40.00000	39.23089	-57.406	-56.302	-6.456	-1.697
13	19.92023	19.93097	5.870	5.873	8.003	1.697
14	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.000	1.000

【表 1 3】

n	hitpoint(y ,x)	local_fy(2- 8)	local_fx(2- 8)	2wy	2wx
2	(-2.073, 0.000)	21.173	20.866	21.18	28.00
3	(-0.003, 0.000)				
4	(4.656, 0.000)				
5	(-2.329, 0.000)				
6	(-5.041, 0.000)				
7	(-2.847, 0.000)				
8	(-8.268, 0.000)				
9	(-7.998, 0.000)				
10	(-7.947, 0.000)				
11	(-7.896, 0.000)				
12	(-7.806, 0.000)				
13	(-1.299, 0.000)				
14	(-19.199, 0.000)				
		local_fy(13-13)	local_fx(13-13)		
		5.870	5.873		
		local_fyA/local_fy=0. 2 7 7			

【0 0 6 8】

【表 1 4】

(local paraxial ray <FOV: WY=-10.59deg WX= 0.00deg>)									
	n	local-ry	local-rx	local-fy	local-fx	local-d	nd		
FPS	2	-30.43035	-55.42574	-53.302	-97.085	3.813	1.571		
FPS-M	3	-34.53758	-35.23769	10.993	11.216	-6.007	-1.571		
FPS-M	4	-95.90363	-57.31749	-30.525	-18.244	13.161	1.571		
FPS	5	-20.39264	67.13612	35.720	-117.597	1.431	1.000		
	6	70.00000	69.43745	100.460	99.652	3.550	1.697		
AL	7	18.50633	18.11272	0.000	0.000	4.030	1.697		
	8	40.00000	38.23028	-57.406	-54.866	0.000	1.000		
	n	hitpoint(y , x)							
	2	(	-6.191,	0.000)					
	3	(	-5.189,	0.000)					
	4	(	-2.165,	0.000)					
	5	(	-6.126,	0.000)					
	6	(	-8.857,	0.000)					
	7	(	-6.922,	0.000)					
	8	(	-11.766,	0.000)					
		local_fy(2- 8) local_fx(2- 8)							
		15.675	25.194						

$$\text{local_fy (F 3)} / \text{local_fyB (F 3)} = -0.294$$

【0 0 6 9】

【表 1 5】

(表-5)

(general - paraxial axis)

	n	ry	rx	d	shift	tilt	nd	vd
	1	0.00000	0.00000	21.540	0.000	0.000	1.000	
FFS	2	0.00000	0.00000	6.339	2.062	6.225	1.571	33.80
FFS-M	3	0.00000	0.00000	-6.339	0.215	-20.700	-1.571	33.80
FFS-M	4	0.00000	0.00000	1.759	2.062	6.225	1.571	33.80
FFS	5	0.00000	0.00000	0.000	14.325	71.225	1.000	
	6	0.00000	0.00000	-1.950	14.325	61.225	1.000	
	7	0.00000	0.00000	1.985	16.324	76.225	1.000	
YTO	8	25.00000	0.00000	5.673	15.234	73.225	1.897	55.53
	9	70.00000	70.00000	0.262	20.563	58.346	1.000	
	10	0.00000	0.00000	0.328	20.988	58.346	1.574	55.00
M	11	0.00000	0.00000	-0.328	21.520	58.346	-1.574	55.00
	12	0.00000	0.00000	-0.262	20.988	58.346	-1.000	
	13	70.00000	70.00000	-5.673	20.563	58.346	-1.697	55.53
YTO-M	14	25.00000	0.00000	-19.688	15.234	73.225	1.697	55.53
	15	0.00000	0.00000	0.000	21.169	85.431	1.000	
	16	0.00000	0.00000	0.000	21.169	85.431	1.000	
	2	a=-1.8060e-03 c02=-1.5905e-03 c20=-5.1550e-03 c40= 2.6289e-06	b=-2.1909e-03 c03= 4.0155e-04 c21=-7.7196e-05 c41=-1.7718e-07	c= 7.4050e+01 c04=-2.4613e-05 c22=-2.2146e-05 c42= 2.7004e-08	c5= 3.7260e-07 c23=-5.8720e-07 c60=-7.8304e-09	c06=-3.6206e-08 c24= 4.1611e-09		
FFS	3	a=-2.0722e-02 c02= 5.8091e-06 c20=-1.1823e-03 c40= 4.3744e-07	b=-2.2394e-02 c03= 4.9306e-05 c21=-1.0232e-05 c41=-1.6007e-07	c=-3.2749e+01 c04=-1.8735e-05 c22=-5.2026e-06 c42= 2.3045e-09	c5= 1.0190e-06 c23= 2.0768e-07 c60=-1.5022e-09	c06=-3.4082e-08 c24=-3.3712e-08		
FFS	4	a=-1.8060e-03 c02=-1.5905e-03 c20=-5.1550e-03 c40= 2.6289e-06	b=-2.1909e-03 c03= 4.0155e-04 c21=-7.7196e-05 c41=-1.7718e-07	c= 7.4050e+01 c04=-2.4613e-05 c22=-2.2146e-05 c42= 2.7004e-08	c5= 3.7260e-07 c23=-5.8720e-07 c60=-7.8304e-09	c06=-3.6206e-08 c24= 4.1611e-09		
FFS	5	a=-4.6931e-03 c02=-8.8145e-03 c20= 3.6225e-03 c40= 2.1773e-05	b=-1.6538e-03 c03=-3.5495e-03 c21=-1.5457e-03 c41= 8.1222e-06	c=-6.8660e+03 c04= 3.1688e-04 c22= 7.6485e-05 c42=-5.2908e-09	c5= 4.0726e-05 c23= 4.3942e-05 c60=-2.4331e-07	c06=-2.7410e-06 c24= 2.3864e-06		
YTO	8	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00		
YTO	14	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00		

【0 0 7 0】

【表16】

n	point (y , x)	rx	ry
2	(0.000, 0.000)	-268.081	-56.875
3	(0.000, 0.000)	-55.188	-35.718
4	(0.000, 0.000)	-268.081	-56.875
5	(0.000, 0.000)	-48.824	269.208
6	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
7	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
8	(0.000, 0.000)	25.000	0.000
9	(0.000, 0.000)	70.000	0.000
10	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
11	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
12	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
13	(0.000, 0.000)	70.000	0.000
14	(0.000, 0.000)	25.000	0.000
15	(0.000, 0.000)	0.000	0.000

【0071】

(local - paraxial axis)						
n	local-ty	local-rx	local-fy	local-fx	local-d	nd
2	-99.22407	-57.32310	-173.803	-100.408	6.129	1.571
3	-55.18528	-35.71802	17.565	11.369	-9.430	-1.571
4	753.05851	-51.62650	239.690	-16.432	8.253	1.571
5	24.89676	89.60754	-43.610	-156.958	0.446	1.000
6	0.00000	0.00000	0.000	0.000	2.412	1.000
7	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.624	1.000
8	25.00000	0.00000	35.878	0.000	6.455	1.697
9	70.00000	69.99520	-100.460	-100.453	0.496	1.000
10	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.626	1.574
11	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-0.626	-1.574
12	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-0.498	-1.000
13	70.00000	69.99659	-100.460	-100.455	-6.728	-1.697
14	25.00000	0.00000	7.367	0.000	8.374	1.697
15	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.000	1.000

【表17】

n	hitpoint(y ,x)	local_fy(2- 9)	local_fx(2- 9)	2wy	2wx
2	(-2.073, 0.000)				
3	(-0.003, 0.000)				
4	(4.656, 0.000)				
5	(-2.481, 0.000)				
6	(-2.325, 0.000)				
7	(-5.838, 0.000)				
8	(-3.328, 0.000)				
9	(-0.820, 0.000)				
10	(-0.784, 0.000)				
11	(-0.755, 0.000)				
12	(-0.727, 0.000)				
13	(-0.691, 0.000)				
14	(-2.584, 0.000)				
15	(-20.499, 0.000)				
		local_fy(2- 9)	local_fx(2- 9)	2wy	2wx
		19.059	21.545	21.18	28.00
		local_fy(14-14)	local_fx(14-14)		
		7.367	0.000		
		local_fyA/local_fy=0. 387			

【0072】

【表 1 8】

(local paraxial ray <FOV: Wx=-10.59deg Wx= 0.00deg>)									
	local-ry	local-rx	local-fy	local-fx	local-d	nd			
n 2	-30.43035	-55.42574	-53.302	-97.085	3.813	1.571			
FFS-M	-34.53758	-35.23769	10.993	11.216	-6.007	-1.571			
FFS-M	-95.90363	-57.31749	-30.525	-18.244	14.927	1.571			
FFS-M	-11.94558	68.10710	20.924	-119.298	1.586	1.000			
6	0.00000	0.00000	0.000	0.000	3.446	1.000			
7	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.234	1.000			
8	25.00000	0.00000	35.878	0.000	4.590	1.697			
9	70.00000	69.86394	-100.460	-100.264	0.000	1.000			
hitpoint(y , x)									
n 2	(-6.191,	(0.000)							
3	(-5.189,	(0.000)							
4	(-2.165,	(0.000)							
5	(-6.446,	(0.000)							
6	(-5.877,	(0.000)							
7	(-9.745,	(0.000)							
8	(-7.621,	(0.000)							
9	(-4.362,	(0.000)							
local_fy(2- 9)	15.495	local_fx(2- 9)	25.506						
local_fy (F 3) / local_fyB (F 3) = - 0 . 2 9 1									

【 0 0 7 3 】

図 6 は本発明の各実施形態の画像表示装置 S を観察者 S A の左右眼用に一对設けるように構成することにより、両眼式のヘッドマウントディスプレイを構成したときの説明図である。

【 0 0 7 4 】

本発明において例えば表示素子に表示する画像として両眼視差を用いれば立体視が可能な画像観察システムを構築することができる。

【 0 0 7 5 】

尚、必ずしも両眼でなく、左右どちらかの眼用に 1 ユニットのみ設けた単眼式 HMD としても良いことは勿論である。

【 0 0 7 6 】

【発明の効果】

本発明によれば以上のように液晶ディスプレイ等の表示手段に表示した画像情報を観察する際、光源手段から表示手段に至る照明光学系及び表示手段からの光束を観察者の眼球に導光するための表示光学系の構成を適切に設定することによって、装置全体の小型化を図りつつ光量のロスを減らし、該画像情報を良好なる画質で観察することができる画像観察装置及びそれを用いたヘッドマヘッドマウントディスプレイを達成することができる。

【 0 0 7 7 】

特に本発明によれば照明光源からの光量ロスが少なく、十分なコントラストを持った画質を提供し、コンパクトな照明光学系と表示光学系が成り立つ反射型LCDを使ったHMDを達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態 1 の要部断面図

【図 2】 本発明の実施形態 2 の要部断面図

【図 3】 本発明の実施形態 3 の要部断面図

【図 4】 本発明の実施形態 4 の要部断面図

【図 5】 本発明の実施形態 5 の要部断面図

【図 6】 本発明の画像表示装置をHMDに適用したときの要部概略図

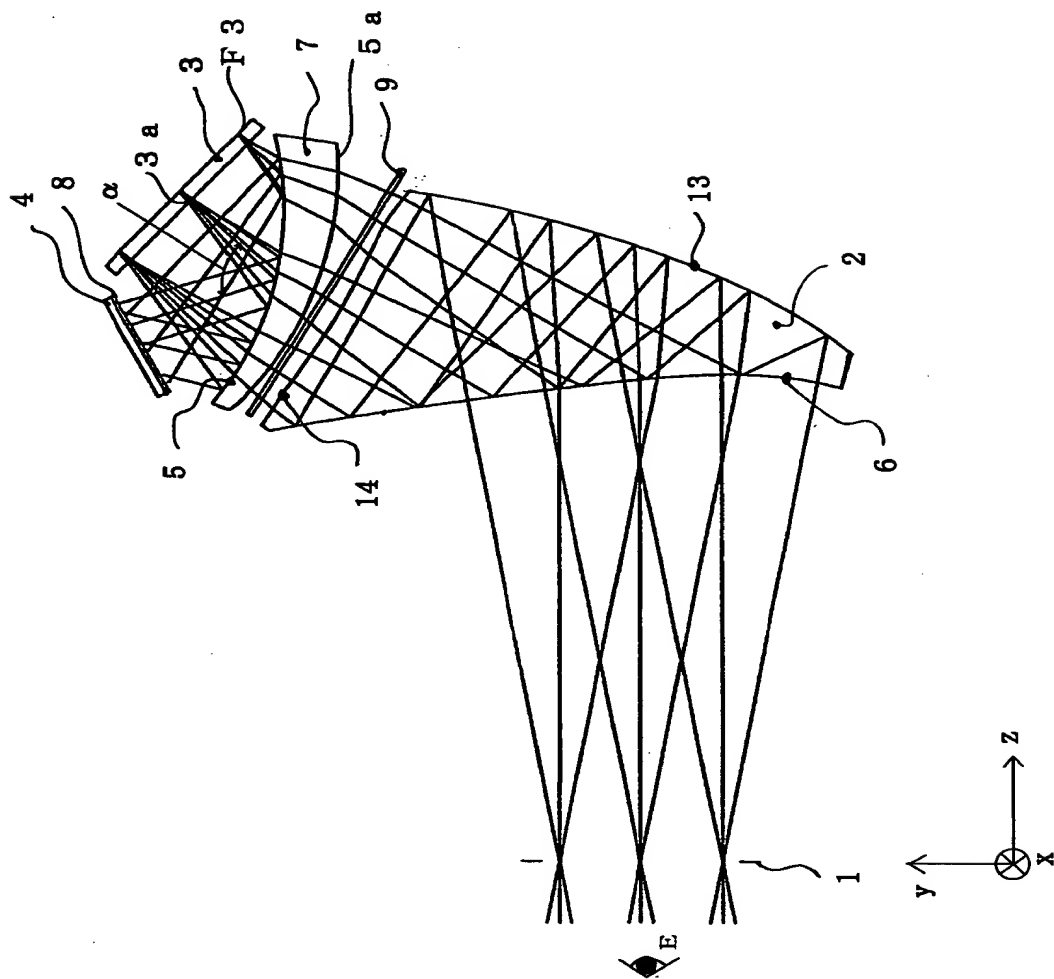
【符号の説明】

- 1 眼球（瞳）
- 2 自由曲面プリズム
- 3 反射型LCD（図はLCDの保護板を示しており、液晶面はピント面に存在する。）
- 4 照明光源（平面光源）
- 5 光学面A
- 6 透過面B（自由曲面プリズムの全反射面）
- 7 ブーメラン型レンズ
- 8 偏光板1

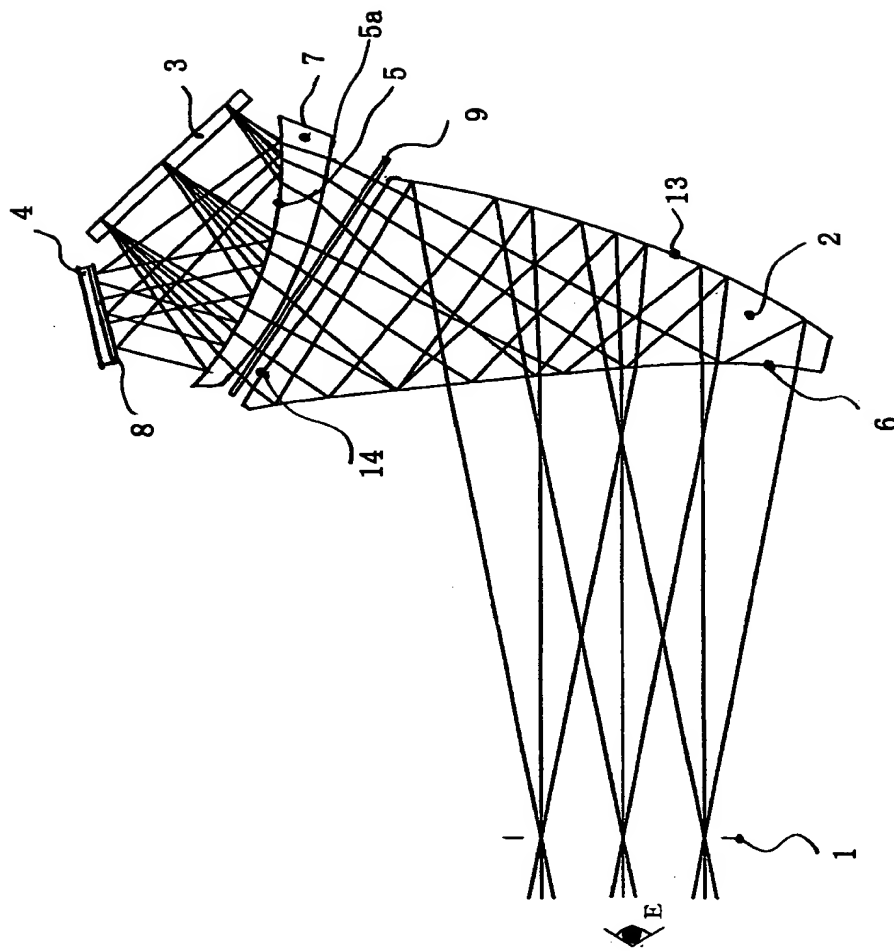
- 9 偏光板 2
- 1 0 照明系プリズム
- 1 1 照明系補正プリズム
- 1 2 照明系接合プリズム
- 1 3 自由曲面プリズムの凹面鏡
- 1 4 自由曲面プリズムの入射面
- 1 5 照明系接合プリズム面 1
- 1 6 照明系接合プリズム面 2

【書類名】 図面

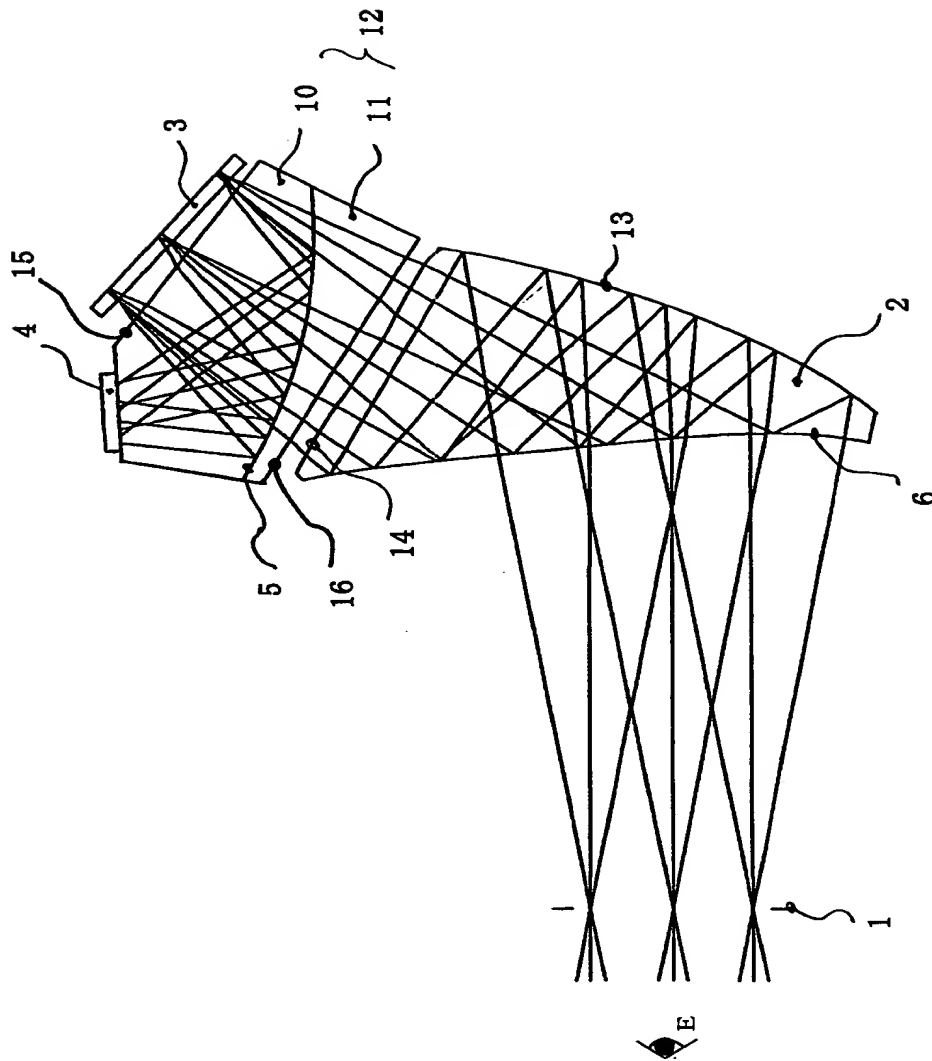
【図 1】



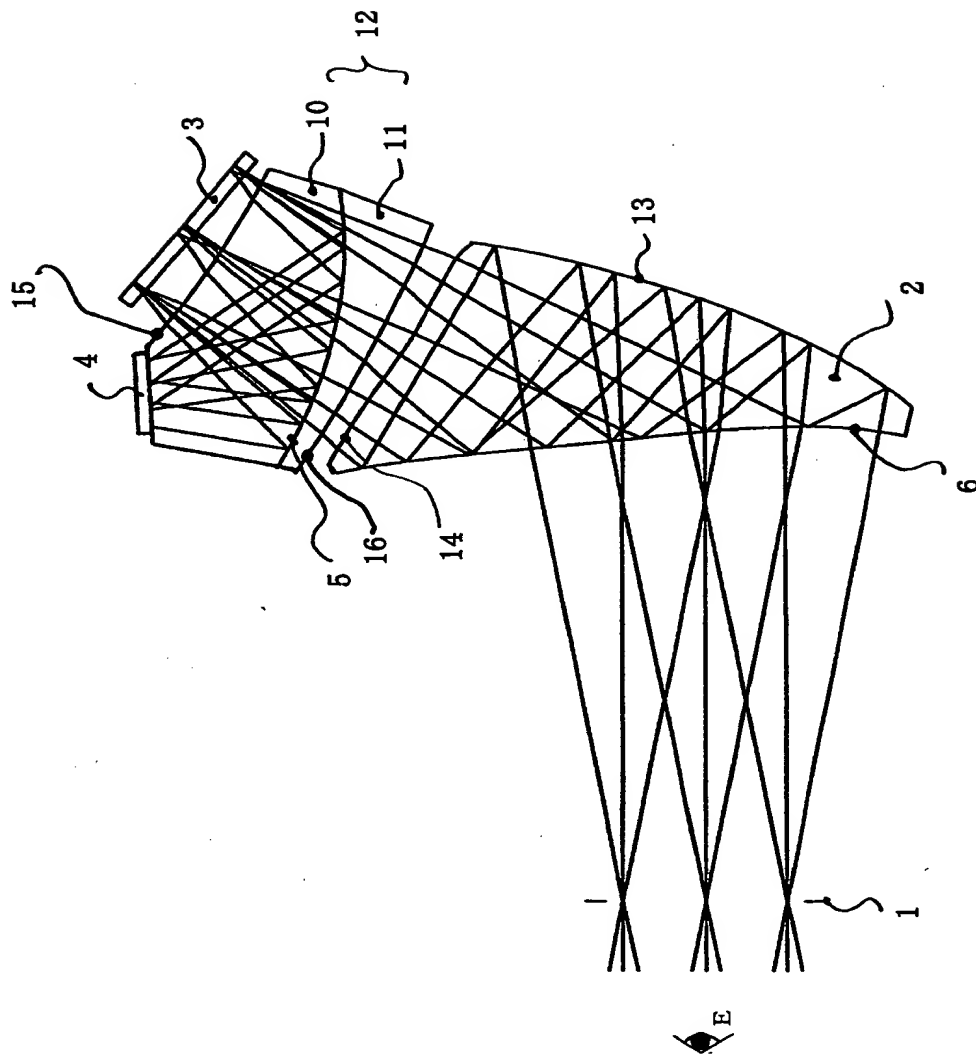
【図2】



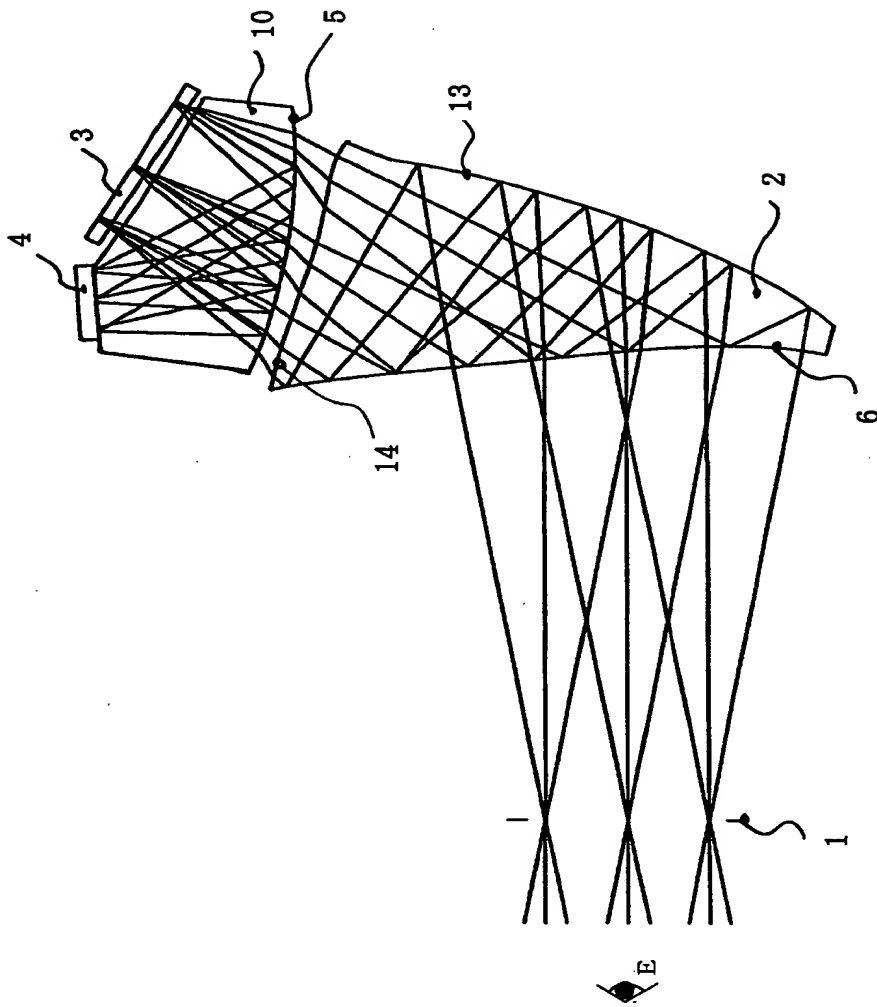
【図3】



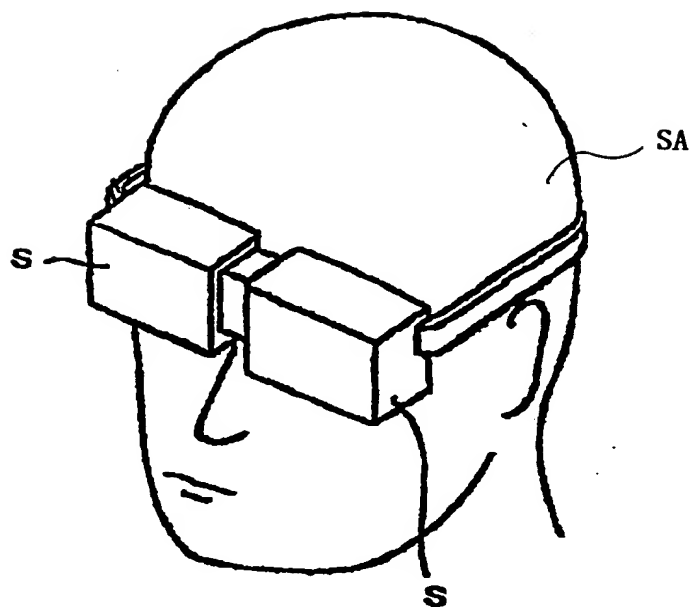
【図4】



【図5】



【図6】



##

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 反射型の液晶表示素子に基づく画像情報を装置全体の小型化を図りつつ、液晶表示素子で表示された画像情報を良好に観察することができるヘッドマウントディスプレイに好適な画像表示装置を得ること。

【解決手段】 反射型の表示手段と、該表示手段を照明する照明手段と、該照明手段からの光を該表示手段に導く照明光学系と、該表示手段からの光を観察用の瞳に導く複数の偏心曲率反射面を含む表示光学系を有した、該照明光学系と該表示光学系は互いに共有する透過兼反射の両作用を有する1つの光学面Aのみ存在し、該照明手段から発せられ該表示手段の画像中心と該瞳中心を通る基準光線が、該照明手段より該光学面Aに入射するときの、入射基準光線と反射するときの反射基準光線とのなす角度を α （度）を適切に設定したこと

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 0 - 2 9 4 7 7 0
受付番号	5 0 0 0 1 2 4 8 0 3 5
書類名	特許願
担当官	大畑 智昭 7 3 9 2
作成日	平成 1 2 年 1 0 月 6 日

< 認定情報・付加情報 >

【特許出願人】

【識別番号】	397024225
【住所又は居所】	神奈川県横浜市西区花咲町 6 丁目 1 4 5 番地
【氏名又は名称】	株式会社エム・アール・システム研究所

【代理人】

申請人	
【識別番号】	100086818
【住所又は居所】	東京都目黒区自由が丘 2 丁目 9 番 2 3 号 ラポー ル自由が丘 3 0 1 号 高梨特許事務所
【氏名又は名称】	高梨 幸雄

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [397024225]

1. 変更年月日 1997年 5月 7日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地

氏 名 株式会社エム・アール・システム研究所